

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Luka Brebrić**

**UTJECAJ SIGURNOSNE ZALIHE NA RAZINU USLUGE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2017.**

Zagreb, 24. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Upravljanje zalihama**

## **ZAVRŠNI ZADATAK br. 4138**

Pristupnik: **Luka Brebrić (0135237312)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Utjecaj sigurnosne zalihe na razinu usluge**

### **Opis zadatka:**

U radu je potrebno navesti definicije zaliha i pojasniti vrste zaliha te značenje upravljanja zalihama. Nadalje, potrebno je objasniti vezu između razine usluge kupvu i sigurnosne zalihe te prikazati način proračuna sigurnosne zalihe kod određene razine usluge.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

  
\_\_\_\_\_  
doc. dr. sc. Diana Božić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**ZAVRŠNI RAD**

**UTJECAJ SIGURNOSNE ZALIHE NA RAZINU USLUGE**

**SAFETY STOCKS IMPACT ON THE CUSTOMER SERVICE LEVEL**

Mentor: doc.dr.sc. Diana Božić

Student: Luka Brebrić

JMBAG: 0135237312

Zagreb, 2017.

## **UTJECAJ SIGURNOSNE ZALIHE NA RAZINU USLUGE**

### **SAŽETAK**

Zalihe su ključan element u kontroliranju proizvodnje i prodaje kao i dodatni trošak te zbog toga treba točno odrediti koja je količina zaliha potrebna kako bi proizvodnja bila kontinuirana i kako bi krajnji potrošač bio zadovoljan. Postoje više vrsta zaliha, a u ovom radu biti će opisane sigurnosne zalihe i njihov utjecaj na razinu usluge.

Sigurnosna zaliha je količina robe kojom je moguće zadovoljiti potražnju tijekom vremena isporuke. Razina sigurnosne zalihe ovisi o razini usluge koje poduzeće želi pružiti, o parametrima kao što su vrijeme isporuke i troškovi vezani uz zalihe te o pouzdanosti dobavljača. Sigurnosnu zalihu korisno je držati u fazi proizvodnje kako bi se poduzeće zaštitilo od mogućeg nestanka sirovine. Uz teorijsku obradu pojma prikazani su i objašnjeni konkretni postupci izračuna sigurnosne zalihe na dva načina razine usluga.

**KLJUČNE RIJEČI:** Sigurnosna zaliha; razina usluge; potražnja; modeli

### **SUMMARY**

Supplies are a key element in controlling production and sales as well as additional costs, so it is necessary to determine exactly which stock quantity is needed to keep production productive and to ensure that the end consumer is satisfied. There are several types of supplies and this paper will describe the safety stocks and their impact on the customer service level.

The safety stock is the amount of goods that can satisfy demand during delivery time. The level of safety stocks depends on the service level the company wants to provide, on parameters such as time delivery and inventory costs and supplier reliability. It is useful to keep the safety stock up to the production stage to protect the company from the possible disappearance of raw materials. With the theoretical processing concept there are also presented and explained specific procedures of calculating safety stocks on two customer service level.

**KEYWORDS:** Safety stock; customer service level; demand; models

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. DEFINICIJA I ULOGA ZALIHA .....	3
2.1 Definicija .....	3
2.2 Uloga .....	4
2.3. Čimbenici koji utječu na politiku držanja zaliha .....	5
3. VRSTE ZALIHA .....	6
3.1 Prema vrsti robe .....	7
3.2 Zalihe prema stvarnoj i planiranoj količini robe .....	8
4. ODREĐIVANJE SIGURNOSNIH ZALIHA U OVISNOSTI O RAZINI USLUGE .....	14
4.1. Općenito.....	14
4.2. Utjecaj razine usluge na sigurnosnu zalihu .....	15
4.2.1. Odnos s kupcem .....	15
4.2.2. Kriterij i politika dostupnosti .....	16
4.2.3. Razina usluge na bazi ciklusa.....	17
4.2.4. Razina usluge po jedinici .....	18
4.3. Sigurnosna zaliha u sustavima periodičnog nadzora zaliha .....	19
4.4. Sigurnosna zaliha u sustavima kontinuiranog nadzora zaliha .....	21
5. PRIMJER RAČUNANJA SIGURNOSNIH ZALIHA U OVISNOSTI O RAZINI USLUGE .....	27
6. ZAKLJUČAK .....	33
LITERATURA.....	34
POPIS SLIKA .....	36
POPIS TABLICA.....	37
POPIS GRAFOVA.....	38

# 1. UVOD

Zalihe su prisutne u svakom poduzeću i skladištu. Predstavljaju neophodan element u osiguranju kontinuirane proizvodnje i prodaje. Mogu biti u obliku sirovina, gotovih proizvoda ili materijala koji još nije izašao iz proizvodnje. Zalihe se prvenstveno dijele prema vrsti robe, prema planiranoj i stvarnoj količini robe te prema planiranom normativu što je najdetaljnija podjela.

Danas zaliha isto tako proizvodi trošak, ali njena glavna funkcija je osigurati tržište traženim proizvodom. Ona ne predstavlja neželjenu robu u skladištu, već ima svoj smisao i važnu ulogu.

Cilj završnog rada je prikazati utjecaj sigurnosnih zaliha na razinu usluge. Završni rad prikazuje opširno definiranje sigurnosne zalihe. Sigurnosna zaliha služi kao osiguranje u slučaju nedostatka zaliha, ona omogućuje nastavak proizvodnje i potrošnje. Moguće ju je utvrditi preko određivanja željene razine usluge. Naslov završnog rada je: Utjecaj sigurnosne zalihe na razinu usluge te je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Definicija i uloga zalihe
3. Vrste zaliha
4. Određivanje sigurnosnih zaliha u ovisnosti o razini usluge
5. Primjer računanja sigurnosnih zaliha u ovisnosti o razini usluge
6. Zaključak

U drugom poglavlju definirani su općeniti pojmovi o zalihama, navedene njihove četiri funkcije, najvažniji razlozi držanja zaliha i čimbenici koji utječu na politiku držanja zaliha.

U trećem poglavlju navedene su i objašnjene podjele zaliha prema vrsti robe te prema stvarnoj i planiranoj količini robe. Detaljno je objašnjena definicija sigurnosne zalihe, njezina svrha i koncepti držanja sigurnosnih zaliha.

Četvrto poglavlje obuhvaća pristupe određivanja sigurnosnih zaliha u ovisnosti o razini usluge. Opisani su periodički i kontinuirani modeli upravljanja sigurnosnih zaliha. Uz to objašnjena je i sama razina usluge kupcu kao i dva načina utvrđivanja sigurnosnih zaliha: razina usluge na bazi ciklusa i razina usluge po jedinici.

U petom poglavlju prikazan je primjer računanja sigurnosnih zaliha u ovisnosti o razini usluge. Uz računske dijelove zadatka vežu se grafovi koji prikazuje kako promjena razine usluge utječe na potrebnu količinu sigurnosne zalihe.

Šesto poglavlje je zaključak koji je donesen na temelju istraživanja i vlastitih razmišljanja.

## **2. DEFINICIJA I ULOGA ZALIHA**

Zalihe predstavljaju ukupnu količinu materijala, sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda koja je u skladištu smještena do trenutka prodaje, odnosno potrošnje. Može se reći da su zalihe kratkotrajna imovina poduzeća [1]. Služe da zaštite poslovanje, odnosno da ne bi došlo do nedostatka zaliha, a ne samo da bi stajale na policama u skladištu.

Jedan od najvažnijih logističkih zadataka je upravljanje zalihama. Upravljanje zalihama predstavlja skup aktivnosti koja ima za cilj smanjiti troškove zaliha i istovremeno zadržati zahtijevanu razinu usluge kupca. Visoka razina usluge kupcu povećava vjerojatnost vjernosti kupca te omogućava tvrtkama da budu konkurentne na tržištu na kojemu rade.

### **2.1 Definicija**

Postoji više načina definiranja zaliha, ali svi su približno slični. Zalihe su vlastiti materijal koji se koristi u poslovanju, odnosno koji je namijenjen unutarnjoj potrošnji ili na prodaju, a uključuju sirovine, poluproizvode, materijal u radu i gotove proizvode [1].

One imaju svoju vrijednost i zbog toga su neizostavan dio svakog područja u našem životu. Vrijednost robe na zalihi gubi svoju prvobitnu vrijednost, dok istovremeno njihovo stajanje stvara troškove. Da bi zalihe ispunjavale svoju svrhu potrebno je pronaći i održavati optimalnu politiku upravljanja zalihama, ali prilikom pronalaženja mnoga poduzeća susreću se s različitim problemima kao što su: nepredvidljivost potražnje, veliki broj artikala itd.



## 2.2 Uloga

Osnovni cilj držanja zaliha jest da se udovolji zahtjevima korisnika, a pritom vodeći pažnju da troškovi nabave i držanja zaliha budu na prihvatljivo niskoj razini. Zalihe imaju sljedeće četiri ključne funkcije [2]:

### 1. Zaštita poslovanja i proizvodnje od neizvjesnosti

Kada bi se neizvjesnost u poslovanju i proizvodnji mogla odstraniti, zalihe bi bile nepotrebne. Zalihe se javljaju sa zadaćom da štetne utjecaje svedu na najmanju moguću razinu. Zalihe koje se javljaju u takvoj ulozi nazivaju se sigurnosnim zalihama. Sigurnosne zalihe uspijevaju apsorbirati promjene u potražnji bez trenutačne promjene u proizvodnji.

### 2. Omogućavanje ekonomične proizvodnje i nabave

Često je ekonomično proizvoditi proizvode u serijama. Serija se može proizvesti u kratkom vremenskom razdoblju, a zatim se ne izrađuju proizvodi iz te serije dok ona nije gotovo ispražnjena. Slična situacija vrijedi i kod kupnje sirovina, zbog troškova naručivanja, popusta na količinu i troškova prijevoza ekonomično je nabavljati u velikim serijama.

### 3. Pokrivanje očekivanih promjena u ponudi ili potražnji

Postoji nekoliko situacija u kojima se mogu spriječiti promjene u ponudi ili potražnji npr. takav slučaj je kada dolazi do promjene cijene ili raspoloživosti sirovina. Drugi razlog je planiranje marketinške promocije, kad se unaprijed mogu uskladištiti velike količine gotovih proizvoda radi buduće prodaje.

### 4. Osiguranje tranzita materijala

Tranzitne se zalihe sastoje od materijala koji se ne nalazi na putu s jednog mjesta na drugo. Na te zalihe utječu odluke o lokaciji tvornice te izbora prijevoznika.

Zapravo, poduzeće mora raspolagati s onom količinom zaliha koja osigurava normalno poslovanje. U slučaju premalih zaliha postoji opasnost od prekida proizvodnje i samim time dolazi do povećanja troškova, a kod slučaja velikih zaliha povećavaju se troškovi, blokirana je kratkotrajna imovina kojom raspolaže poduzeće, potrebna su velika skladišta itd.

Svi ti problemi mogu dovesti do gubitka kupaca i povećanog troška, odnosno manjeg profita. Nadalje, tim slijedom dolazi se do najvažnijih razloga koji uvjetuju držanje zaliha [3]:

- Neplanirani zahtjevi kupaca - zahtjeve kupaca je teško predvidjeti te ovaj problem postaje sve izraženiji u novije vrijeme. Na tržištu je prisutan velik broj proizvoda čiji životni vijek postaje sve kraći pa je iz tog razloga teško pribaviti informacije o zahtjevima tržišta za takvim proizvodima.
- Nepouzdana dobava i isporuka - moguća kašnjenja ili nedostatak robe kod dobavljača, odnosno njena promjenjiva cijena i kvaliteta.
- Ekonomija obujma - narudžbe veće količine robe omogućuju dogovaranje nižih jediničnih cijena za robu.

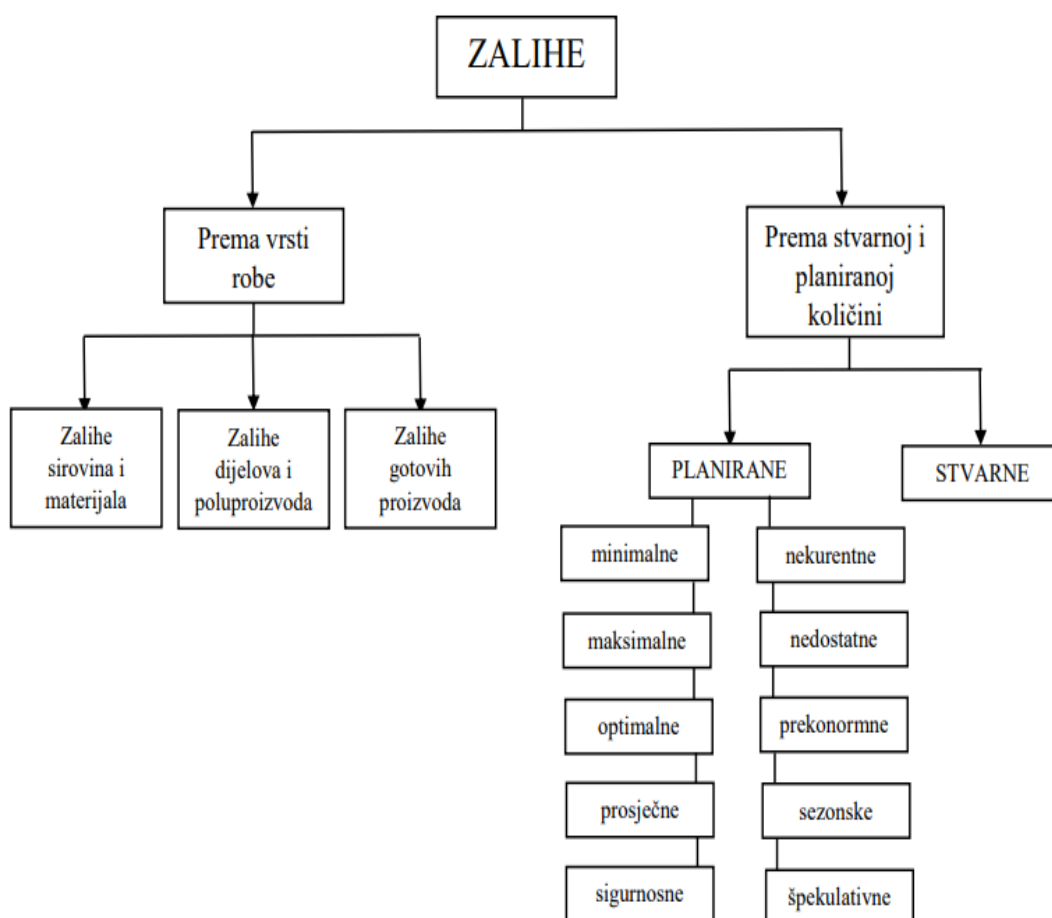
### **2.3. Čimbenici koji utječu na politiku držanja zaliha**

Najvažniji čimbenici koji utječu na politiku zaliha su [4]:

- Potražnja - Može biti unaprijed poznata ili nepouzdana. U ovom drugom slučaju mogu se primijeniti tehnike predviđanja buduće potražnje. Na osnovi njih, mogu se procijeniti vjerojatnosti različitih veličina buduće potražnje.
- Vrijeme nadopunjavanja zaliha – Ovo vrijeme može biti poznato u trenutku slanja narudžbe ili može sadržavati dozu nepouzdanosti
- Broj različitih proizvoda koji se drže u skladištu
- Dužina razdoblja za koje se postavlja politika planiranja zaliha
- Troškovi, koji uključuju troškove narudžbe i troškove skladištenja
  - a) Troškove narudžbe obično čine cijena proizvoda i dobave
  - b) U troškove čuvanja zaliha ubrajaju se:
    - Porezi i osiguranje
    - Troškovi održavanja
    - Gubitak vrijednosti robe zbog stanja na tržištu
    - Kamata na sredstva uložena u robu
- Zahtijevana razina usluge prema kupcu – u slučajevima nesigurne potražnje često je nemoguće osigurati stopostotnu raspoloživost robe te je potrebno odrediti prihvatljivu razinu raspoloživosti

### 3. VRSTE ZALIHA

Postoje dvije podjele vrsta zaliha (slika 1.): prema vrsti robe te zalihe prema stvarnoj i planiranoj količini [3].



**Slika 1.** Vrste zaliha

Izvor: [3]

### **3.1 Prema vrsti robe**

#### **Zalihe sirovina i materijala**

Zalihe sirovina i materijala su sredstva koja još nisu predana u proizvodnju, ali se nalaze u skladištu, a tu se također ubraja inventar i ambalaža. Stoga se ova vrsta zaliha još naziva i sitni inventar [5]. Neke sirovine i materijali su podložni kvarenju, odnosno imaju kratki vijek trajanja. Zato bi ih trebalo naručivati češće u manjim količinama ili po potrebi.

Sitni inventar su zalihe male vrijednosti, ali to ne znači da je ta vrijednost beznačajna. Može se reći da je sitni inventar ona imovina koja sudjeluje u radnom procesu i čiji se vijek uporabe proteže na razdoblje duže od godišnjeg obračunskog razdoblja. Sitni inventar čine predmeti kao alati, sitni mjerni instrumenti, pribor i oprema za proizvodnju. Međutim, među brojnom opremom koja je potrebna u jednom proizvodnom procesu, postoji i znatan broj sredstava koja su manje pojedinačne vrijednosti, čak su i po izgledu manja te sitnija od ostale opreme i uz sve to su prenosiva i zahtijevaju rukovanje, dok im je vijek trajanja kraći od pojedine opreme koja je ugrađena, odnosno neprenosiva [5].

#### **Zalihe poluproizvoda**

Zalihe poluproizvoda su sredstva tekuće proizvodnje. To su polugotovi proizvodi na kojima se obavljaju završne faze kako bi se dobio gotov proizvod. Poluproizvodi mogu nastati iz dva izvora: vlastitom proizvodnjom ili nabavkom od kooperanata-dobavljača [6].

Zalihe poluproizvoda nastaju vlastitom proizvodnjom kada nije moguće organizirati proizvodnju tako da se izrađeni poluproizvodi odmah šalju na slijedeću operaciju gdje se ugrađuju u sklop višeg nivoa. Tada se proizvodnja organizira tako da se prvo izrade poluproizvodi nižeg nivoa koji se odlažu u skladište poluproizvoda, a kada se ukaže potreba za tim poluproizvodima, oni se uzimaju iz skladišta i ugrađuju u sklopove višeg nivoa.

U slučaju da se poluproizvodi nabavljaju od dobavljača tada nije moguće organizirati kontinuirani priljev proizvoda onom dinamikom koja je potrebna proizvodnji, već se nabavljaju veće količine koje se zatim odlažu u skladište i uzimaju kada je to proizvodnji potrebno. Zalihe poluproizvoda, odnosno rezervni dijelova za vlastiti proizvod, nužno je održavati i nakon prestanka proizvodnje osnovnog proizvoda. Ovo je u nekim granama i zakonski regulirano, tako da autoindustrija, nakon prestanka proizvodnje određenog modela, mora još sedam godina proizvoditi rezervne dijelove za navedeni model [6].

## **Zalihe gotovih proizvoda**

Zalihe gotovih proizvoda ili završenih dobara su u proizvodnom procesu i spremna su za prodaju. Količina zaliha gotovih proizvoda ovisi o njihovoj prodaji. Ako potražnja za gotovim proizvodom naglo padne, očekuje se da će taj pad biti kratkotrajan. Onda ne bi trebalo smanjivati zalihe gotovih proizvoda. Ako je taj pad dugotrajnog karaktera, tada se mora značajnije smanjiti zaliha gotovih proizvoda.

Zalihe gotovih proizvoda je nužno posjedovati, da bi u svakom trenutku bilo moguće odgovoriti na zahtjeve kupaca. Ukoliko potencijalni kupac zatraži određeni proizvod, koji se nalazi na zalihama i nije ga moguće proizvesti u tom trenutku pošto bi se prekidao proizvodni proces nekog drugog proizvoda, tada će se kupac odlučiti za konkurentski proizvod, što za posljedicu ima gubljenje zarade i udjela na tržištu [5].

### **3.2 Zalihe prema stvarnoj i planiranoj količini robe**

Najveći izazov za logističkog operatera u upravljanju zalihama je odrediti koju bi vrstu zaliha poduzeće trebalo držati kako bi svojim kupcima pružilo ciljanu razinu usluge uz najmanje troškove. Prema tome, cilj nije držati najveću količinu zaliha kako bi kupcu za određenom vrstom robe i analizirati aktivnosti svih sudionika opskrbnog lanca te uskladiti mogućnosti i potrebe kako bi tok robe i informacija u lancu bio optimalan i pogodan za sve sudionike.

Zalihe se klasificiraju kao [3]:

1. Minimalne
2. Maksimalne
3. Optimalne
4. Prosječne
5. Nekurentne
6. Sigurnosne
7. Špekulativne
8. Sezonske
9. Nedostatne
10. Prekonormne

## Minimalne zalihe

Minimalnu zalihu predstavlja ona količina robe koja je potrebna da se na vrijeme zadovolje obveze prema kupcima sukladno količini i strukturi (asortimanu). Ukoliko se dogodi da je količina robe manja od minimalne, ugrožava se cjelokupni proces proizvodnje i opskrbe kupaca. Za utvrđivanje minimalne količine zaliha potrebo je imati podatke o dnevnoj prodaji robe i rokovima nabave. Poslovanje s minimalnom zalihom ima opravdanja u slučajevima kada u poslovanju nema sezonskih oscilacija, ukoliko su poremećaji u opskrbnom lancu vrlo rijetka pojava te ukoliko poduzeće ima toliko stabilne dobavljače da u svakom trenutku se može računati na sigurnost isporučene robe [3], [7].

U današnje vrijeme rijetkost je da poduzeće posluje bez oscilacija (sezonski proizvodi) i da ima pouzdane dobavljače koji će dostaviti robu bez kašnjenja i ostalih nepovoljnih faktora te dolazi se do zaključka da će se poduzeće rijetko oslanjati na držanje minimalnih zaliha [7]. Prema [3] mogu se izraziti formulom:

$$Z_{min} = Q_{dn} \times V_{nab} \text{ ili } Z_{min} = \frac{Q_{god} \times V_{nab}}{D} \quad (1)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- $Q_{dn}$  - dnevna (prosječna) potrošnja
- $Q_{god}$  - godišnja (prosječna) potrošnja
- $V_{nab}$  - vrijeme nabave
- $D$  - broj radnih dana u godini

## Maksimalne zalihe

Maksimalna zaliha predstavlja gornju granicu količine robe u skladištu iznad koje se ne smije nabavljati roba u određenom razdoblju, kako si poduzeće ne bi nepotrebno stvaralo troškove. Nije preporučljivo gomilati zalihe jer će se dio provlačiti po skladištu dugo vremena, pogotovo one koje imaju kratak rok trajanja (npr. hrana itd.) ili koje su potrebne samo u određenom djelu sezone (npr. kupaći kostimi, zimske kape itd.) pa gube na vrijednosti.

Držanje maksimalnih zaliha ima opravdanja u situacijama kada poduzeće, zbog mogućih oscilacija u opskrbnom lancu ili na strani kupca, poslovnom politikom maksimalnih zaliha želi zaštititi od nestašice robe i time nemogućnosti ispunjenja eventualno preuzetih ugovornih obveza što u konačnici može rezultirati plaćanjem kazni i dodatnim financijskim troškovima [11].

Više je načina izračuna maksimalnih zaliha. U praksi se upotrebljava matematički izraz kojim se vrijednost najveće planirane prodaje podijeli s danima odabranog, tj. planiranog razdoblja te se dobiveni rezultat uveća za broj normiranih dana (broj dana u kojima poduzeće kao isporučitelj treba imati odgovarajuću količinu zaliha robe). Maksimalna zaliha može se izraziti prema [3] formulom:

$$Z_{max} = \frac{\text{Vrijednost najveće planirane prodaje}}{\text{dana razdoblja za koji se traži normativ maks. zalihe}} \times \text{norma dani} \quad (2)$$

### Optimalne zalihe

Optimalne zalihe predstavljaju količinu robe koja osigurava redovnu i potpunu opskrbu proizvodnje ili kupaca uz zahtjeve za minimalne troškove skladištenja i naručivanja robe. Najjednostavnija definicija optimalnih zaliha je da su to one zalihe koje se nalaze između minimalnih i maksimalnih zaliha. Optimalne zalihe se prikazuju matematičkim izrazom prema [8], koji osim volumena (količine) naručivanja uvažava i vrijednost naručene robe:

$$Z_{opt} = (P + R_1) \times (V + R_2) \quad (3)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- $Z_{opt}$  - normativ optimalne zalihe gotovih proizvoda izražen u vrijednosti
- $P$  - dnevna ili mjesečna planska prodaja gotovih proizvoda izražene u količini ili vrijednosti (planska cijena proizvoda/robe)
- $R_1$  - rezerva kojom se na temelju procjene povećava dnevna ili mjesečna planska prodaja gotovih proizvoda uslijed podbačaja plana proizvodnje te povećanog škarta ili loma gotovih proizvoda
- $V$  - normirani broj dana ili mjeseci između vremena naručivanja i isporuke
- $R_2$  - rezerva kojom se na temelju procjene povećava normirani broj dana ili mjeseci zbog izuzetnih teškoća u isporuci, odnosno otpremi robe.

## Prosječne zalihe

Prosječne zalihe čini prosjek stanja zaliha robe tijekom određenog vremenskog razdoblja, najčešće godine [9]. Ovisno o organizaciji poduzeća i postavljenim ciljevima u segmentu upravljanja zalihama najčešće promatrani period je polugodište. Prosječno stanje zaliha izračunava se prema [3] pomoću sljedećeg matematičkog izraza:

$$Z_{pros} = \frac{\frac{1}{2}(z_1) + (z_2) + (z_3) + (z_4) + \dots + (\frac{1}{2}z_n)}{n - 1} \quad (4)$$

## Nekurentne zalihe

Zalihe roba mogu biti kurentne čije obilježje je dobra prodaja, dok su specifičnije one nekurentne. Nekurentne zalihe predstavljaju onu razinu zaliha robe u skladištu koje nema dovoljan koeficijent obrtaja, koja se ne može prodati ili se ne može prodati po znatno sniženim cijenama. To je u praksi vrlo opasna pojava jer previsoka razina nekurentnih zaliha u odnosu na prosječnu zalihu tijekom promatranog razdoblja može financijski ugroziti poslovanje poduzeća [20]. Rješavanje problema nekurentnih zaliha ovisi o tome kakvu vrijednost nekurentna zaliha ima za vlastitu organizaciju u kojoj se pojavila i u njezinom odnosu na tržište.

## Špekulativne zalihe

Špekulativne zalihe su količine robe u skladištu sakupljane s namjerom da se prodaju kada se cijene zaliha znatno povećaju. Te se pojave, kod formiranja špekulativnih zaliha mogu i namjerno izazvati, no srećom, suvremeni način poslovanja, mogućnost izbora više dobavljača te informacijsko-komunikacijska globalna mreža u današnjim su gospodarskim aktivnostima uklonili pojavu formiranja špekulativnih zaliha [20].

## Sezonske zalihe

Sezonske zalihe podrazumijevaju količinu robe prikupljene tijekom godine, a namijenjene su zadovoljenu povećane potražnje robe koja se javlja u sezonskom razdoblju (npr. sezonska odjeća i obuća, božićni pokloni itd.) Sezonskim zalihama se želi iskoristiti ekonomija razmjera ili obujma, ali slaganje ovih zaliha zahtjeva od nas točnost u predviđanju potražnje.



## **Nedostatne zalihe**

Ukoliko se u skladištima drži premalo proizvoda, dolazi do nedostatka zaliha na skladištu. Takvo stanje može rezultirati padom prodaje, što će rezultirati gubitkom potrošača te naposljetku pad ugleda samog poduzeća.

## **Prekonormne zalihe**

Prekonormne zalihe mogu nastati ako se poremete odnosi između dinamike i količine isporuka te dinamike i količine potrošnje predmeta rada. U tom smislu zalihe se povećavaju iznad normativa maksimalnih zaliha. Do poremećaja može doći iz više razloga (zastoj u proizvodnji, veće isporuke od strane dobavljača, zbog nabave mimo plana nabave, zbog izmjena proizvodnog programa, plana proizvodnje i sl.) [10].

## **Sigurnosne zalihe**

Sigurnosna zaliha predstavlja onu količinu robe u skladištu koja se drži radi osiguranja nepredviđenih promjena u potražnji i ponudi robe. Danas u gospodarstvu sigurnosne zalihe dovode se u jednakost s minimalnom zalihom [20]. Ova skupina zaliha detaljnije se obrađuje u nastavku rada.

Sigurnosne zalihe su zalihe koje su neophodne da pokriju faktor nesigurnosti u lancu opskrbe kao što su nesigurnost potražnje i ciklusa od narudžbe do isporuke [11].

To su one zalihe koje se drže zbog nesigurnosti potražnje ili kašnjenja u vremenima dostave. Drugim riječima, sigurnosna zaliha se drži da bi se izbjegle nestašice proizvoda. U slučajevima kada dođe do veće potrošnje predmeta rada nego što je planirano (zbog škarta u proizvodnji, korištenja predmeta rada neadekvatnih dimenzija), u slučaju kašnjenja isporuka, isporuka na krivom mjestu, isporuka pogrešnog materijala, sigurnosna zaliha služi za pokrivanje potreba i zaštitu od rizika i iznenađenja, inače je velika vjerojatnost da će doći do smetnje ili zastoja u logističkom procesu proizvodnje.

Uvjetuju sigurniju opskrbu kupaca, no treba voditi računa o troškovima koji se pojavljuju držanjem tih zaliha kao što su kamate na angažirana financijska sredstva te troškove skladištenja.

Rješenje količine sigurnosnih zaliha nalazi se u optimizaciji troškova skladištenja i troškovima nedostatne zalihe. To znači da nije potrebno gomilati sigurnosne zalihe ukoliko zahtjevi kupaca nisu visoki. Također, potrebno je temeljito i konstantno provoditi analize stanja zaliha i zadovoljstva kupaca jer veličina sigurnosne zalihe nije fiksna [7].

Kao što samo ime govori, sigurnosne zalihe služe kako bi se poduzeće zaštitilo od neizvjesnosti u opskrbnome lancu kao što su pouzdanost dobavljača ili oscilacije u potražnji. Stoga se koriste mogućnosti nabavke veće količine robe, kojima se ostvaruju povoljnije cijene transporta i niže jedinične cijene proizvoda kako bi se osiguralo od gubitka kupaca, tj. profita [12]. To uzrokuje pojavu veće količine robe na zalihama. Kod proizvodnih tvrtki sigurnosne zalihe su skoro uvijek prisutne, pogotovo ako se radi o sirovinama koje mogu stajati.

Koncept držanja sigurnosne zalihe zapravo predstavlja zamisao ili ideju logističkog operatera ili stručne osobe o tome da li držati sigurnosnu zalihu za određenu vrstu artikala ili ne. Ako je politika tvrtke da se odluči držati sigurnosnu zalihu, potrebno je utvrditi da li se ona isplati, za koje se artikle te na kojoj razini držati sigurnosnu zalihu da troškovi držanja ne budu preveliki. Koncept držanja sigurnosnih zaliha ovisi o više čimbenika i potrebno je isplanirati i proračunati isplativost držanja sigurnosne zalihe. Treba voditi računa o pouzdanosti, vremenu isporuke dobavljača te neizvjesnosti u potražnji za artiklima [7]. Prilikom planiranja zaliha u obzir treba uzeti sustave koji se koriste u analizama u držanja zaliha i vidjeti da li u njima postoji sigurnosna zaliha te kako sustav utječe na razinu sigurnosne zalihe ili kako bi sigurnosna zaliha djelovala na sustav.

## **4. ODREĐIVANJE SIGURNOSNIH ZALIHA U OVISNOSTI O RAZINI USLUGE**

### **4.1. Općenito**

Sigurnosna zaliha može se definirati na svim razinama lanca opskrbe (ciklus ili razina materijala, ciklus zaliha, ciklus proizvoda i ciklus ili razina prodaje), ali ona na različitoj razini ima različitu ulogu. Najskuplja sigurnosna zaliha je zaliha za gotovu robu, ali isto tako je i najsigurnija jer pokriva slučajeve promjene potražnje, ali i eventualne probleme s kvalitetom proizvoda i/ili proizvodnje. Visoka cijena zalihe rezultat je velikog broja proizvoda na kojima se zaliha mora definirati te činjenica da je jedinični trošak gotove robe najveći. Držanje sigurnosnih zaliha na drugoj razini, razini neopremljenih proizvoda, manji je trošak, a još uvijek nudi veliku sigurnost s obzirom na činjenicu da je vrijeme od narudžbe do isporuke kod otpreme gotove robe relativno kratko [12].

Zbog manjeg broja te nižih cijena materijala, određivanje sigurnosnih zaliha na nižim razinama, na razini polaznih materijala, dobar je balans između sigurnosti i troška. Međutim, takva razina zaliha ne pokriva probleme koji mogu nastati u proizvodnji, bilo da su vezani za kvalitetu proizvoda, bilo za uska grla proizvodnje, pa se najčešće kombiniraju sa zalihama na drugim razinama. Drugi razlog zašto se ta razina manje primjenjuje u praksi je i taj što nije jednostavno povezati rizike odstupanja potražnje na razini gotove robe s potrebnom sigurnošću na razini polaznih materijala.

Većina poduzeća određuje sigurnosnu zalihu na osnovi jednoga od tri pristupa [12]:

- sigurnosna zaliha je zadana kao količina buduće potražnje za određeno razdoblje
- sigurnosna zaliha je zadana kao količina prosječne potražnje određenog razdoblja
- sigurnosna zaliha je zadana kao očekivana potražnja za razdoblje jednako vremenu odaziva.

Postoje različite vrste zaliha i shodno tome različiti pristupi u utvrđivanju potrebne razine zalihe. Svaki od postupaka primjenjiv je na svaku od vrsta zaliha. U nastavku slijedi detaljno objašnjenje utjecaja razine usluge te pristupa određivanja sigurnosne zalihe koja je podloga za sljedeće poglavlje izračuna.

## **4.2. Utjecaj razine usluge na sigurnosnu zalihi**

Mogući način utvrđivanja sigurnosnih zaliha moguće je preko određivanja željene razine usluge. Razina usluge je količina i vrsta usluge koja odgovara potrebama i željama kupcima. Govori nam kolika će vjerojatnost biti da ima zalihe, odnosno koliko ima zalihe koje su dostupne za trenutnu prodaju i isporuku kupcima. Povećanjem razine usluge povećava se razina sigurnosne zalihe. Razina usluge može se promatrati na dva načina te samim time postoje dva tipa definiranja razine usluge [15]:

- razina usluge na bazi ciklusa zaliha - vjerojatnost ne nastanka nedostatka zaliha tijekom ciklusa zaliha primjenjuje se kada vjerojatnost signalizira nedostatak zaliha, a ne njena veličina važna za tvrtku (proizvodnja)
- razina usluge po jedinici - postotak potražnje koji je ispunjen bez kašnjenja primjenjuje se kada postotak nezadovoljene potražnje treba biti pod kontrolom.

Najvažniji zadatak logistike je osigurati što bolju uslugu kupcu. Kupac može biti proizvođač ili krajnji potrošač, drugi odjel poduzeća ili potrošač koji živi na drugoj strani svijeta. Tu se bavi vanjskim kupcem, bilo da je i on poslovni partner ili potrošač.

Usluga kupcu je ključ uspjehnog poslovanja gdje treba voditi računa o zadovoljstvu kupaca. Ciljevi poboljšanja usluge kupcu su utvrđivanje njezine svrhe, definiranje alternativnih postupaka mjerenja dostupnosti, analiziranja komponenata upravljanja uslugom i raspravljanje o ulozi daljnjeg predviđanja. Fokus na usluzi kupcu tijekom vremena postepeno se mijenjao te u današnje vrijeme dobavljači postaju sve više zainteresirani za poboljšanje tog sektora poslovanja. Usluga kupcu složen je proces, ali se mogu izdvojiti dva glavna aspekta [18]:

- Odnos s kupcem
- Dostupnost pružanja usluge ili dostavljanja robe.

### **4.2.1. Odnos s kupcem**

U odnos s korisnikom najvažnije je održavati korisnika zadovoljnim. To zahtijeva dobro poznavanje međuljudskih odnosa kako bi se osiguralo da kupac dobiva odgovarajući stupanj usluge koju očekuje te da bude zadovoljan s krajnjim rezultatom da bi se stvorio potencijal za ponovnu suradnju i širenje tržišta [18].

Ovaj aspekt usluge kupcu postepeno se pojavio zbog razlike u poslovanjima tvrtki. Proizvod usluge kupcu može biti sličan kod više različitih dobavljača, ali najuspješniji dobavljač je onaj čija je usluga i odnos prema kupcu na najvišoj razini [18]. Kupci mogu steći dojam o dobavljaču koji može biti znatno drugačiji od stvarne razine njihove usluge.

Nije važno je li dobavljač dobar ili loš, bitno je mišljenje kupca o njemu. Kupci mogu tražiti sličnosti između stila poslovanja vlastita poduzeća i poslovanja dobavljača. U slučaju da postoji takva sličnost, postoji i veća vjerojatnost uspostave dobrih odnosa između dvije stranke i samim time uspostava poslovne suradnje. Ukoliko nema sličnosti, potreban je veći angažman oko poboljšanja odnosa kupca i dobavljača te usklađivanja stilova poslovanja dva poduzeća [18].

Faktori koji bitno utječu na odnos s kupcem nalaze se izvan opsega kontrole zaliha, a to su prodaja i postupci naručivanja. Međutim, mora postojati jednak pristup orijentiran prema kupcu u kontroli zaliha koji tvrtka mora održavati svoju vjerodostojnost.

Sljedeći aspekt usluge kupcu, dostupnost pružanja iste, je ključ u kontroli zaliha koji zahtjeva tehničko upravljanje.

#### **4.2.2. Kriterij i politika dostupnosti**

Glavni razlog držanja zaliha je imati dostupne proizvode, ali unatoč važnosti održavanja razine usluge kupcu, neka poduzeća ne vode pravilnu politiku držanja zaliha. One olako shvaćaju pritužbe kupaca i vlastite procjene upravljanja zalihama koje nisu u skladu s poboljšanjem ili odražavanjem kvalitetne razine usluge kupcu. Kako bi se postiglo profesionalno upravljanje potrebno je sakupiti dovoljno čvrstih činjenica i podataka.

Za svaki proizvod iz zalihe postoji rizik manjka koji se može reducirati povećanjem već postojećih zaliha. S većim ulaganjem u inventar za pojedine proizvode, usluga postaje kvalitetnija. Nemoguće je postići stopostotnu (100%) razinu usluge jer je za takav stupanj potrebno imati beskonačno mnogo zaliha u skladištu, a ukoliko se želi doći što bliže tom postotku (99%) potrebna su jako velika ulaganja [18].

Ako se razina usluge pokušava podići pomoću aspekta dostupnosti, žrtvuju se sredstva koja se moraju uložiti i obrnuto. Za svaki proizvod politika držanja zaliha se prilagođava tako da pruža odgovarajuću uslugu. Sveukupna kvaliteta usluge može se mjeriti prema količini ispunjenih zahtjeva koje je postavio kupac na dnevnoj, tjednoj ili mjesečnoj bazi.

Ovaj kriterij bi se trebao primijeniti u svim područjima zbog kontrole isplativosti ulaganja u poboljšanje tog aspekta i zbog poboljšanja kvalitete usluge korisniku [18]. Kada se sagleda opseg zaliha dolazi se do zaključka da je optimalna razina ona koja je minimalna i koja se može kontrolirati.

Jedini način da se zaliha reducira ispod ovog optimalnog stanja je taj da se poboljšaju metode potpune kontrole. Na kraju krajeva, cilj je uspostaviti zadovoljavajući stupanj usluge sa niskom razinom zaliha jer gomilanje zaliha znači da se koristi loša kontrola zaliha.

Usluga korisniku može biti strukturirana i fokusirana na određenu grupu korisnika ili na sektor tržišta upotrebljavajući alternative politike dostupnosti. Opcije koje mogu biti upotrijebljene su: jednaka dostupnost kroz sve proizvode, minimiziranje ukupnih troškova usluge, fokusiranje na najisplativije poslove i kupce, povećavanje usluge kod najosjetljivijih proizvoda, stvaranje najveće dostupnosti onih proizvoda koji donose najveću dobit te stvaranje boljih usluga kod proizvoda s najvećim obrtom, smanjujući uslugu kod proizvoda s manjim obrtom [18].

Ove alternative će pružati različitu dostupnost za različite proizvode s odlukama menadžera koji će optimizirati stupnjeve dostupnosti. Koja god alternativa bude odabrana, kontrola zaliha zahtijeva od menadžera da redovito nadgleda stupanj dostupnosti određenog proizvoda [18].

#### **4.2.3. Razina usluge na bazi ciklusa**

Primjenjuje se kada je vjerojatnost nedostatka zaliha, a ne njena veličina, važna za tvrtku. Nedostatak zaliha se javlja samo u slučajevima kada je vrijeme isporuke duže od vremena ponovne nabave. Ukoliko su poznata vremena nabave, statističkom analizom može se odrediti razina usluge koja odgovara definiranoj točki nabave ili količini sigurnosnih zaliha [14].

U većini slučajeva kratkoročna potražnja je varijabilna dok se za dugoročnu pretpostavlja da je konstantna. Zbog toga nedostatak zaliha može neočekivano nastupiti tijekom vremena isporuke u svakom ciklusu. Nedostatak zaliha događa se samo onda kada je potražnja tijekom vremena isporuke veća od točke ponovne nabave [14].

Da bi odredili točku ponovne nabave (R) potrebno je znati:

- Distribuciju potražnje u vremenu isporuke
- Zahtijevanu razinu usluge.

U većini slučajeva potražnja u vremenu isporuke je približno normalno distribuirana. Za normalnu distribuciju prema [15] točka ponovne nabave se računa kao (13):

$$R = \mu_L + z_\alpha \sigma_L, \quad 1 - \alpha = \text{razina usluge} \quad (13)$$

gdje je:

$\mu_L$  – očekivana srednja vrijednost potražnje tijekom isporuke

$z_\alpha$  – vrijednost z normalne distribucije

$\sigma_L$  – standardna devijacija potražnje tijekom isporuke

$\alpha$  - vjerojatnost nedostatka zaliha

#### 4.2.4. Razina usluge po jedinici

Primjenjuje se kada postotak nezadovoljene potražnje treba biti pod kontrolom. Određivanje točke ponovne nabave koja odgovara željenoj razini usluge po jedinici kompliciranije je od njenog određivanja na bazi ciklusa. Kada vrijeme nabave „L“ prati standardnu razdiobu sa srednjom vrijednošću  $\mu$  i standardnom devijacijom  $\sigma$  točka ponovne nabave i razina sigurnosne zalihe može se odrediti pomoću sljedeća tri koraka prema [15]:

1. Definiranje vrijednosti z koja odgovara izrazu (14):

$$L(z) = \frac{(1 - \text{razina usluge})Q^*}{\sigma_L} \quad (14)$$

2. Određivanje točke ponovne nabave koristeći formulu (15):

$$R = \mu_L + z \sigma_L \quad (15)$$

3. Sigurnosna zaliha je definirana izrazom (16):

$$SS = z \sigma_L \quad (16)$$

### **4.3. Sigurnosna zaliha u sustavima periodičnog nadzora zaliha**

Kod periodičnog sustava nadzora zaliha, naručuje se ona količina zaliha koja je potrebna da se dostigne postavljena maksimalna količina zaliha na stanju, stanje zaliha se provjerava u unaprijed određenom vremenskom razmaku, na primjer jednom tjedno ili točno određeni dan svaki mjesec [14].

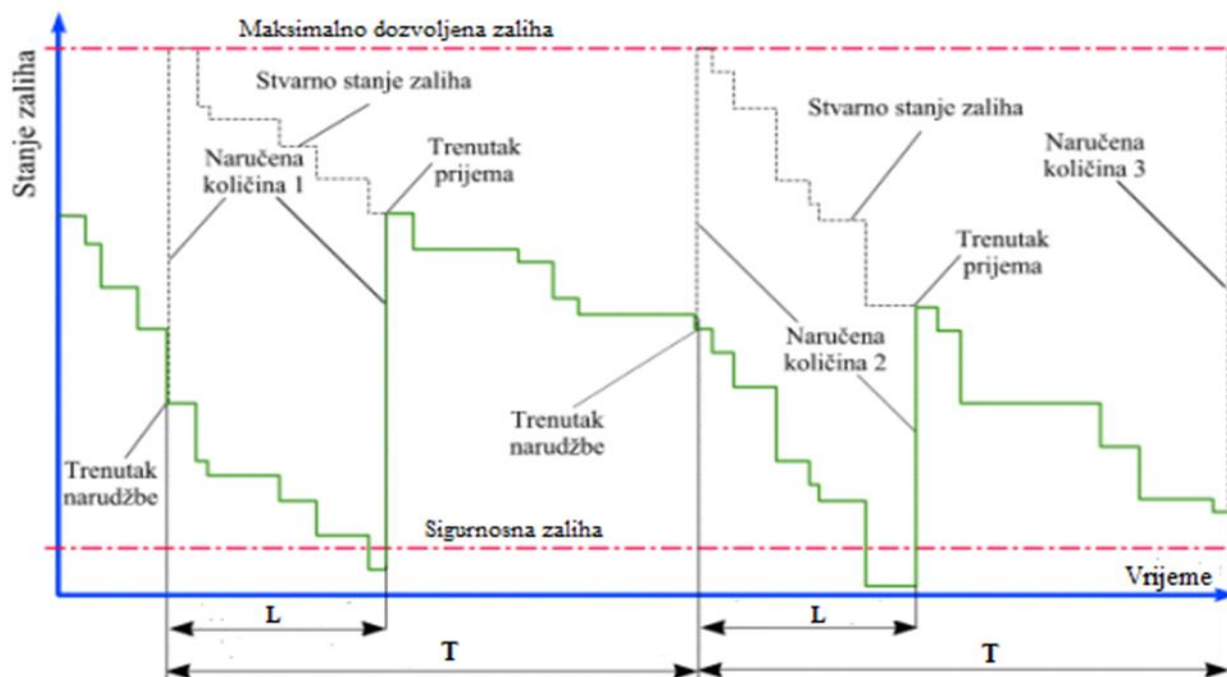
Nabava se radi u tim periodima, tj. kada se provjerom utvrdi nedostatak od ciljane razine. Provjeravanje količina zaliha i periodično naručivanje primjenjivo je kada prodavač ima rutinske narudžbe od kupaca, najčešće jednako vremenski raspodijeljene ili u slučaju naručivanja kompletne linije proizvoda te kod slučaja kada kupac želi kombinirati narudžbe u cilju smanjenja transportnih troškova [14].

Količina nabave varira od perioda do perioda, ovisno u stopi korištenja, odnosno potražnje za proizvodom. Ono najčešće zahtjeva veću razinu sigurnosne zalihe od kontinuiranog nadzora. U ovom sustavu može postojati sigurnosna zaliha, ali i ne mora biti prisutna jer točka ponovne nabave nije definirana količinom zaliha, već je određena vremenom, tj. vremenskim intervalima.

Tako se može dogoditi da zalihe u određenom vremenskom intervalu padnu na nulu, što bi značilo da sigurnosna zaliha ne postoji jer u tom trenutku poduzeće ostaje bez zaliha za daljnje poslovanje.

Stanje zaliha utvrdit će se kada dođe trenutak  $T$ , prebroji se stanje zaliha te naruči količina koja nedostaje do ciljane količine zaliha koja uvijek može biti različita kao što je prikazano na slici 2.





Slika 2. P-model - kretanje zaliha, [3]

Sigurnosna zaliha kod periodičnog sustava nadzora zaliha računa se po izrazu [15]:

$$SS = z \times \sigma \times \sqrt{dL}, \quad dL = L + T \quad (6)$$

gdje je:

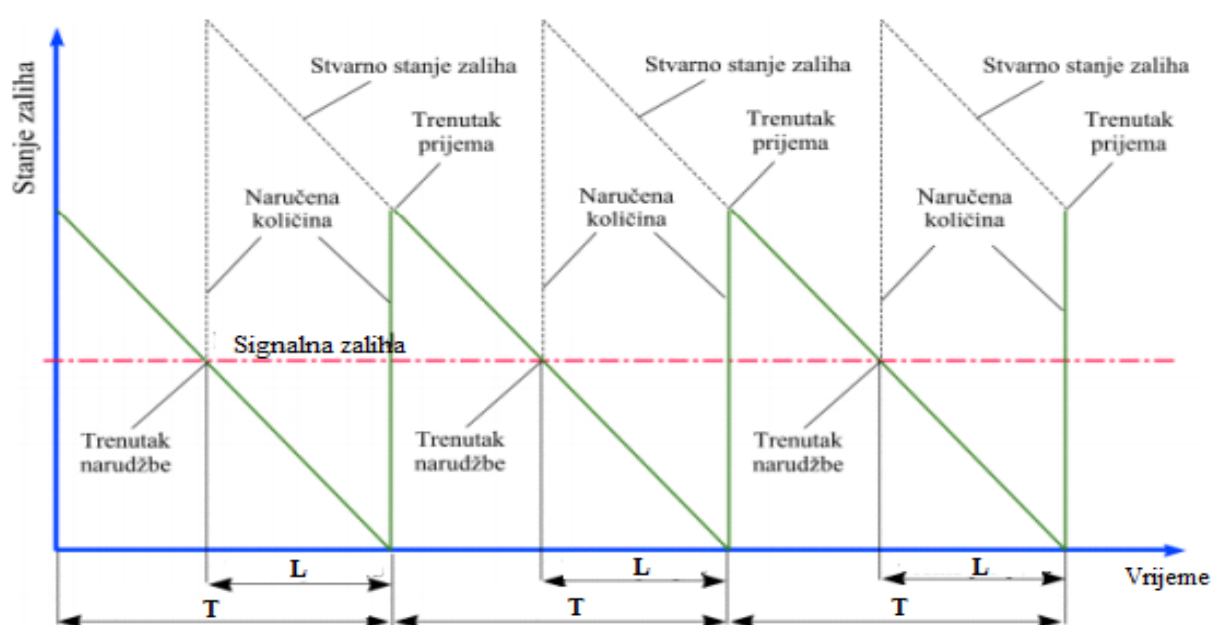
- $z$  - vrijednost parametra „ $z$ ” normalne distribucije za ciljanu razinu usluge (očitanu vrijednost iz tablice prema vjerojatnost da tijekom vremena isporuke neće biti nedostatka zaliha)
- $\sigma$  - standardna devijacija potražnje tijekom isporuke
- $dL$  - potražnja tijekom vremena isporuke.

Bitno je naglasiti da je u slučaju P-modela  $dL$  jednako vremenu isporuke za već naručeno ( $L$ ) uvećano za vrijeme do sljedeće narudžbe zaliha ( $T$ ).

#### 4.4. Sigurnosna zaliha u sustavima kontinuiranog nadzora zaliha

Za kontinuirani sustav nadzora ili Q-model karakteristično je da se razina zaliha vrši kontinuirano. Pokušava odrediti specifičnu točku ponovne narudžbe „R“, kod koje se prilikom njezinog dostizanja vrši narudžba količine „Q“. Točka ponovne narudžbe „R“, uvijek je određen broj jedinica. Pozicija zaliha definira se kao zbroj trenutne zalihe i narudžbe u dolasku umanjena za vrijednost prodaje. Npr. kada razina zaliha padne na 25 jedinica, kreira se narudžba od novih 46 jedinica.

Profil zaliha kod ovog sustava nadzora prikazan je na slici 3.



Slika 3. Q-model - kretanje zaliha, [3]

Prilikom konstruiranja modela upravljanja zalihama, prvi je korak razvoj funkcionalne povezanosti između promjenama u interesu za određeni proizvod te mjerama efektivnosti [14]. Budući da ono ovisi o troškovima, izraz ukupnog troška glasi po izrazu [15]:

$$TC(Q) = \frac{Q}{2} \times C_h + \frac{D}{Q} \times C_o + D \times C \quad (7)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

TC - ukupni godišnji trošak

D - godišnja potražnja

C - jedinična cijena proizvoda

$C_h$  - godišnji trošak držanja robe na zalihama

$C_o$  - jedinični trošak nabave

Q - ekonomska količina nabave

a prema [15] za ukupni godišnji varijabilni trošak:

$$TV(Q) = \frac{Q}{2} \times C_h + \frac{D}{Q} \times C_o \quad (8)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

TV - ukupni varijabilni trošak

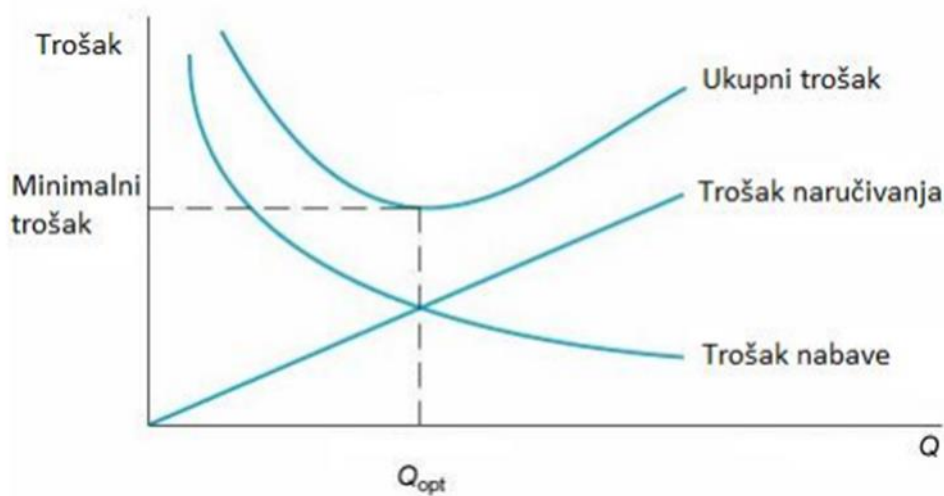
D - godišnja potražnja

$C_h$  - godišnji trošak držanja robe na zalihama

$C_o$  - jedinični trošak nabave

Q - ekonomska količina nabave

Kretanje troškova koji utječu na ukupni godišnji prikazani su slikom 4.



**Slika 4.** EOQ i troškovi, [16]

Na slici 5 javlja se nova varijabla  $Q^*$  koja predstavlja optimalnu količinu nabave uz minimalne godišnje troškove TC. To je točka u kojoj su trošak držanja zalihe i trošak naručivanja jednaki. Izraz za optimalnu ekonomsku količinu nabave prema [15] glasi:

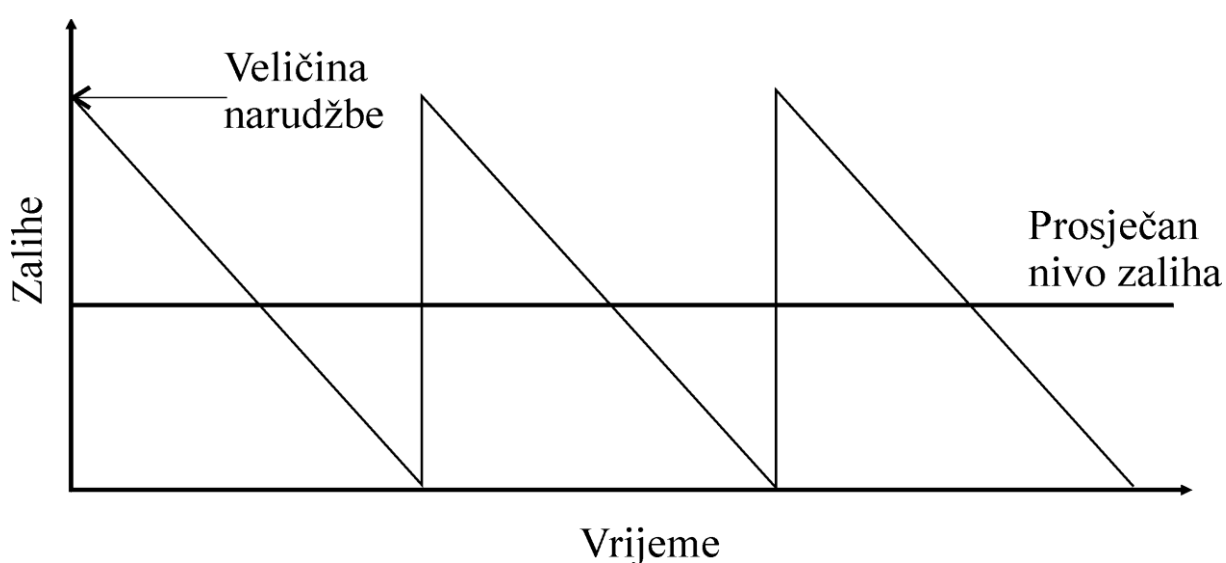
$$Q = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \quad (9)$$

Ekonomska količina nabave pogodna je za primjenu u analizi zaliha kad su ispunjene sljedeće pretpostavke [15]:

- Potražnja je poznata i događa se u relativno konstantnim periodima
- Roba ima dovoljno dug rok trajanja
- Roba se nadzire kontinuiranim sustavom nadzora
- Svi parametri troškova ostaju isti (tijekom beskonačnog perioda vremena)
- Cijela narudžba dolazi u jednoj isporuci.

Na slici 5. prikazano je kretanje zaliha u ovisnosti o vremenu. U ovom slučaju točka ponovne nabave je nula, što bi značilo da se ponovno naručuje količina robe proračunata formulom za ekonomsku količinu nabave. Kada bi postojala sigurnosna zaliha, točka ponovne nabave morala bi se povećati za razinu sigurnosne zalihe i samim time, prije nego razina zaliha padne na nulu, roba ili materijal morali bi se prije naručiti.

Uvođenjem sigurnosne zalihe u poduzeće bi spriječilo zastoj proizvodnje i kupcima osiguralo pouzdanu kupnju ili nabavu što je i cilj svakog poduzeća. Na taj način se postiže smanjenje troškova skladištenja i naručivanja.



**Slika 5.** Kretanje zaliha tokom vremena, [14]

Zbog fenomena promjenjive potražnje, u skladištu treba postojati određena razina zaliha koja osigurava kontinuitet opskrbe kupaca. Zbog nedostataka robe na zalihi mogući je trenutni ili trajni gubitak određenog kupca te izazivanja drugih negativnih poremećaja u lancu opskrbe [16]. Iz tih razloga, poduzeća uvode sigurnosnu zalihe. Ona štiti poduzeća od nestašica robe na zalihi kada dolazi do promjena u potražnji i nema utjecaj na količinu ponovne nabave.

Na razinu sigurnosne zalihe utječe velik broj kriterija pa stoga svaka tvrtka odabire one koje im najviše odgovaraju u poslovanju. Viša razina sigurnosne zalihe daje veću razinu sigurnosti nasuprot mogućih poremećaja u opskrbnom lancu na strani potražnje te višu razinu usluge kupcima.

Uz to, povećavaju se i troškovi skladištenja i drugi troškovi povezani s višom razinom zaliha kao primjerice troškovi osiguranja robe, troškovi manipulacije i troškovi kapitala.

Kontinuirani sustav sa sigurnosnom zalihom temelji se na ponovnoj narudžbi fiksne količine robe u trenutku pada postojećih zaliha na određenu, ranije definiranu razinu, odnosno točke ponovne nabave. Opasnost od nedostatka zaliha kod ovog modela moguće je samo tijekom vremena isporuke, odnosno između vremena kada se narudžba naruče i kada je naručena roba zaprimljena na zalihe [14].

Veličina sigurnosne zalihe ovisi o razini usluge koja želi biti održavana. Količina nabave „Q“ najčešće se računa s obzirom na potražnju, troškove nedostatnih zaliha odnosno propuštene prodaje, troškovima naručivanja, troškovima držanja robe na zalihama, itd. Ovaj model može biti korišten za izračunavanje „Q“, kao optimalne količine nabave „ $Q_{opt}$ “. U tom slučaju, točka ponovne nabave „R“ postavljena tako da pokriva očekivanu potražnju tijekom vremena isporuke te održava razinu sigurnosne zalihe. Prema izrazu [15] točka ponovne nabave prikazana je formulom:

$$R = L \times D + SS \quad (10)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

D - godišnja potražnja

L - vrijeme isporuke

SS - sigurnosna zaliha

R – točka ponovne nabave

Ukupni godišnji trošak s uključenom sigurnosnom zalihom dan je izrazom [15]:

$$TC(Q) = \frac{Q}{2} \times C_h + \frac{D}{Q} \times C_o + D \times C + C_h \times SS \quad (11)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

TC - ukupni godišnji trošak

D - godišnja potražnja

C - jedinična cijena proizvoda

$C_h$  - godišnji trošak držanja robe na zalihama

$C_o$  - jedinični trošak nabave

Q - ekonomska količina nabave

SS – sigurnosna zaliha

Glavna razlika između Q-modela s poznatom potražnjom i neizvjesnom potražnjom je u izračunavanju i postavljanju točke ponovne nabave „R“. Element neizvjesnosti uzet je u obzir prilikom izračuna sigurnosne zalihe. Točka ponovne nabave prikazana je prema izrazu [15]:

$$R = \bar{d}L + z \times \sigma_L \quad (12)$$

gdje je:

- R - točka ponovne nabave,
- d - prosječna dnevna potražnja,
- L - vrijeme isporuke u danima,
- z - vrijednost standardne devijacije za specifičnu vjerojatnost,  $\sigma_L$  standardna devijacija korištenja tijekom vremena isporuke [16], [17].

## 5. PRIMJER RAČUNANJA SIGURNOSNIH ZALIHA U OVISNOSTI O RAZINI USLUGE

U ovom poglavlju prikazan je primjer računanja sigurnosnih zaliha u ovisnosti o razini usluge pomoću programa (MS Excel) za razinu usluge na bazi ciklusa i razinu usluge po jedinici.

Tvrtka XYZ je veletrgovac različitih kućanskih aparata kao što su televizori, audio i video uređaji i slično. Želi utvrditi politiku optimalne nabave televizora te odrediti pri kojoj razini usluge u ciklusu sad posluje jer smatra da za trenutnu količinu uređaja koje nabavlja ima prevelike troškove držanja zaliha. Ako tvrtka želi povećati razinu usluge na 99% koliko bi trebala biti točka ponovne nabave i koliko sigurnosne zalihe tvrtka mora držati na stanju?

Tvrtka surađuje sa pouzdanim dobavljačem čije je vrijeme isporuke konstantno i iznosi 12 dana. Trenutno naručuje 320 komada televizora svaki put kada im zaliha padne na 250 komada.

Trošak nabave za tvrtku je 280€ po narudžbi, a jedinična cijena uređaja je 200€. Godišnja stopa držanja zaliha televizora je 12%.

U nastavku zadatka prikazana je potražnja tvrtke XYZ u zadnjih 15 tjedana.

**Tablica 1.** Podaci o prodaji proizvoda zadnjih 15 tjedana

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Tjedan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	Prodaja	89	92	94	93	97	95	98	96	91	99	81	83	85	87	85

### Razina usluge na bazi ciklusa

Na samom početku se zadaje vrijeme isporuke ( $L$ ), jedinična cijena proizvoda ( $C$ ), godišnja stopa držanja robe na zalihami ( $H$ ) i jedinični trošak nabave ( $C_o$ ) kao što je prikazano u sljedećoj tablici.



**Tablica 2.** Zadane vrijednosti računskog primjera

	A	B	C
4	<b>Zadano:</b>		<b>MS Excell</b>
5	Vrijeme isporuke (u radnim danima), $L =$	12	B5
6	Vrijeme isporuke (u tjednima), $L =$	2,4	B5/5
7	Vrijeme isporuke (u godinama), $L =$	0,033	B5/365
8	Točka ponovne nabave, $R =$	225	B8
9	Količina nabave, $Q =$	320	B9
10	Trošak narudžbe; $C_0 =$	280 €	B10
11	Jedinična cijena proizvoda, $C =$	200 €	B11
12	Godišnja stopa držanja zaliha, $H =$	12,00%	B12

Prema podacima na tablici 2. vidljivo je da je količina nabave ( $Q$ ) 320 komada, a točka ponovne nabave ( $R$ ) 225 komada.

Prvi dio zadatka se sastoji u analizi postojeće politike nabave. Prvo se računa srednja vrijednost u zadnjih 15 tjedana te umnoškom srednje vrijednosti i vremenom isporuke u tjednima izračuna se srednja vrijednost u vremenu isporuke. Da bi se izračunala vrijednost parametra „ $z$ “ potrebna je standardna devijacija u vremenu isporuke (tablica 3).

**Tablica 3.** Izračun potrebnih vrijednosti

	A	B	C	D
14	<b>Izračunati:</b>		<b>Formule:</b>	<b>MS Excell</b>
15	Srednja vrijednost, $\mu =$	91	<i>Ukupna prodaja kroz 15 tjedana/15</i>	AVERAGE(B2:P2)
16	Srednja vrijednost u vremenu isporuke, $\mu_L =$	218,4	$L \times \mu$	B6*B15
17	Standardna devijacija, $\sigma =$	5,732	<i>STDEV.S(ukupna prodaja)</i>	STDEV.S(B2:P2)
18	Kvadratna stand. devijacija; $= \sigma^2$	32,857	<i>STDEV.S(ukupna prodaja)<sup>2</sup></i>	POWER(B17;2)
19	Kvadratna stand. devijacija u vremenu isporuke; $\sigma_L^2 =$	78,857	$L \times \sigma^2$	B6*B18
20	Stand. devijacija u vremenu isporuke, $\sigma_L =$	8,880	$\sqrt{\sigma_L^2}$	SQRT(B19)
21	Godišnji trošak držanja zaliha, $C_h =$	24,00 €	$C \times H$	B11*B12
22	Godišnja potražnja, $D =$	4732	$\mu \times 52$	B15*52

Kada su izračunate sve potrebne vrijednosti slijedi računanje vjerojatnosti dostupnosti robe.

Vrijednost parametra „ $z$ “ normalne distribucije za ciljanu razinu usluge očitana je iz tablice 4. prema vjerojatnosti da tijekom vremena isporuke neće biti nedostataka zaliha.

Vjerojatnost da roba neće biti dostupna ( $z_x$ ) iznosi 23% pa iz tog slijedi da je vjerojatnost da će roba biti dostupna 77% što je zapravo i razina usluge tvrtke XYZ. Sigurnosna zaliha (ss) je 7% komada (tablica 5).

**Tablica 4.** Tablica standardne normalne distribucije

TABLE A.10. THE STANDARD NORMAL DISTRIBUTION							
$z$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06
0.00	.500	.496	.492	.488	.484	.480	.476
0.10	.460	.456	.452	.448	.444	.440	.436
0.20	.421	.417	.413	.409	.405	.401	.397
0.30	.382	.378	.374	.371	.367	.363	.359
0.40	.345	.341	.337	.334	.330	.326	.323
0.50	.309	.305	.302	.298	.295	.291	.288
0.60	.274	.271	.268	.264	.261	.258	.255
0.70	.242	.239	.236	.233	.230	.227	.224
0.80	.212	.209	.206	.203	.200	.198	.195
0.90	.184	.181	.179	.176	.174	.171	.169
1.00	.159	.156	.154	.152	.149	.147	.145
1.10	.136	.133	.131	.129	.127	.125	.123
1.20	.115	.113	.111	.109	.107	.106	.104
1.30	.097	.095	.093	.092	.090	.089	.087

Izvor: [6]

**Tablica 5.** Analiza postojeće politike nabave

	A	B	C	D
24	<b>Analiza postojeće politike nabave</b>		<b>Formule:</b>	<b>MS Excell</b>
25	Točka ponovne nabave, R =	225		B25
26	$z =$	0,74	$(R - \mu_L)/\sigma_L$	$(B25-B16)/B20$
27	Razina usluge na bazi ciklusa, CSL =	77%		$\text{NORM.DIST}(B25;B16;B20;\text{TRUE})$
28	Sigurnosna zaliha, SS =	7	$R - \mu_L$	B25-B16

Obzirom da tvrtka želi razinu usluge povećati na 99 % sljedeći dio zadatka za zadanu razinu računa točku ponovne nabave i količinu sigurnosne zalihe koja za skok sa 77,13 % (tablica 3) na 99 % (tablica 6.) zahtjeva povećanje sigurnosne zalihe sa 7 na 21 komada.

**Tablica 6.** Točka ponovne nabave za zadanu razinu usluge na bazi ciklusa

	A	B	C	D
30	<b>Točka ponovne nabave za zadanu razinu usluge</b>		<b>Formule:</b>	<b>MS Excell</b>
31	Razina usluge na bazi ciklusa, CSL =	99%		B31
32	Točka ponovne nabave, R =	239	$\mu_L + z\sqrt{dL}$	NORMINV(B31;B16;B20)
33	Sigurnosna zaliha, SS =	21	$R - \mu_L$	B32-B16

Na temelju prethodnog izračuna može se prikazati promjena sigurnosne zalihe s promjenom određene razine usluge (graf 1). Vidljivo je da se sigurnosna zaliha povećava s povećanjem razine usluge.



**Graf 1.** Razina sigurnosne zalihe u ovisnosti razine usluge

Unutar zadatka određeno je da tvrtka svaki puta kada zaliha padne na 240 naručuje 320 elektromotora (tablica 7). To predstavlja trenutnu situaciju u tvrtki i daje godišnji trošak od 954,381€.

**Tablica 7.** Troškovi za zadanu količinu zaliha

	A	B	C	D
35	<b>Troškovi za zadanu količinu nabave</b>		<b>Formule:</b>	<b>MS Excell</b>
36	Količina nabave, Q =	320		B36
37	Broj ciklusa u godini, T =	0,068	$Q/D$	B36/B22
38	Broj narudžbi u godini, N =	15	$1/T$	1/B37
39	Godišnji varijabilni trošak, TV(Q) =	7.981 €	$(Q/2) \times C_h + (D/Q) \times C_o$	$(B36/2)*B21+(B22/B36)*B10$
40	Ukupni godišnji trošak, TC(Q) =	954.381 €	$TV + DC$	$B39+B11*B22$

Nadalje, potrebno je odrediti optimalnu ekonomsku količinu nabave  $Q^*$ . Kada bi tvrtka razinu usluge željela podići na 92.98%, tj. kada bi težila idealnome što je cilj svake tvrtke, morala bi podići i razinu sigurnosne zalihe na 13 komada (tablica 8). Točka ponovne nabave iznosila bi 231 paketa.

**Tablica 8.** Točka ponovne nabave za optimalnu količinu nabave

	A	B	C	D
43	<b>Točka ponovne nabave za optimalnu količinu nabave</b>		<b>Formule:</b>	<b>MS Excell</b>
44	Ekonomska količina nabave, $Q^*$ =	332	$\sqrt{(2 \times D \times C_o)/C_h}$	B44
45	Broj ciklusa u godini, T =	0,070	$Q/D$	B44/B22
46	Broj narudžbi u godini, N =	14	$1/T$	1/B45
47	Razina usluge na bazi ciklusa, CSL =	92,98%	$1 - T$	1-B45
48	Točka ponovne nabave za $Q^*$ , R =	231	$\mu_L + z_\alpha \sigma_L$	NORMINV(B47;B16;B20)
49	Sigurnosna zaliha, SS =	13	$R - \mu_L$	B48-B16

U nastavku slijedi izračunavanje točke ponovne i sigurnosne zalihe za razinu usluge po jedinici (CSL = 99%).

## Razina usluge po jedinici

Za izračunavanje sigurnosne zalihe za razinu usluge po jedinici potrebne su sljedeće vrijednosti: zadana razina usluge, ekonomska količina nabave, standardna devijacija i srednja vrijednost (tablica 9). Zatim se računa točka ponovne nabave za zadanu razinu usluge te sigurnosna zaliha (tablica 10).

**Tablica 9.** Poznate vrijednosti

	A	B	C
51	<b>Zadano:</b>		<b>MS Excell</b>
52	Zadana razina usluge po jedinici, CSL =	99%	B52
53	Ekonomska količina nabave, $Q^*$ =	332	B53
54	Standardna devijacija u vremenu isporuke, $\sigma_L$ =	8,88	B54
55	Srednja vrijednost u vremenu isporuke, $\mu_L$ =	218,4	B55

**Tablica 10.** Točka ponovne nabave za zadanu razinu usluge po jedinici

	A	B	C	D
57	<b>Točka ponovne nabave za zadanu razinu usluge po jedinici</b>	<b>Formule:</b>		<b>MS Excell</b>
58	Vrijednost $z$ =	0,37	$(1 - \text{razina usluge}) \times Q^* \div \sigma_L$	$(1-B52)*B53/B54$
59	Točka ponovne nabave, $R$ =	222	$\mu_L + z\sigma_L$	$B55+B58*B54$
60	Sigurnosna zaliha, $SS$ =	4	$R - \mu_L$	$B59-B55$

Vidljivo je da postoji razlika između računanja sigurnosnih zaliha za razinu usluge na bazi ciklusa i za razinu usluge po jedinici. Za razinu usluge od 99% točka ponovne nabave na bazi ciklusa iznosi 239 komada, a po jedinici nešto manje, 222 komada. Sigurnosna zaliha također je manja kod razine usluge po jedinici i iznosi 4 komada, a na bazi ciklusa 21 komad za slučaj sigurnosti.

Iz prikazanog izračuna može se zaključiti kako se sigurnosna zaliha mijenja ovisno o razini usluge koju poduzeće želi osigurati. Poduzeće mora povećati razinu sigurnosne zalihe da bi se zaštitilo od neizvjesnosti u potražnji, vremenu isporuke i pouzdanosti kako bi osiguralo što veću razinu usluge svojim kupcima.

## 6. ZAKLJUČAK

Na kraju se može zaključiti kako sigurnosna zaliha, njeno držanje ili ne držanje, ovise najviše o politici tvrtke. Držanje sigurnosne zalihe će se isplatiti i biti od koristi ako tvrtka želi svojim kupcima osigurati što veću razinu usluge, biti konkurentna na tržištu te se osigurati od neizvjesnosti.

Radi osiguranja kontinuiteta proizvodnje, odnosno prodaje, potrebno je stalno držati odgovarajuću količinu zalihe robe na stanju. Ukoliko isporuka robe bude zakašnjela ili djelomično ispunjena, dolazi do nezadovoljstva kupca, što će vrlo vjerojatno dovesti do njihovog odlaska kod drugih dobavljača, odnosno kod konkurenata. Upravo zbog toga su jako korisne sigurnosne zalihe. One uvjetuju sigurniju opskrbu kupaca, ali treba voditi računa i o troškovima koji se pojavljuju držanjem tih zaliha. Sigurnosne zalihe javljaju se u slučajevima kašnjenja i pogrešaka kod isporuka, ali služe i za pokrivanje potreba u slučajevima kada dođe do veće potrošnje određene robe nego što je planirano.

Sigurnosna zaliha se u različitim tvrtkama ne mora nazivati isto. Tvrtke sigurnosnu zalihu nazivaju drugačije jer to ovisi o politici tvrtke te njihovom poimanju o značenju i utjecaju sigurnosne zalihe. Neke tvrtke sigurnosnu zalihu poistovjećuju s minimalnom zalihom zato što minimalna zaliha predstavlja količinu robe koja je potrebna da se na vrijeme zadovolje obveze prema kupcu, a to je slično tumačenju sigurnosne zalihe.

Kroz izračun zadatka može se dobiti jasnija slika kretanja zaliha. Ona pokazuje utjecaj razine usluge na bazi ciklusa i po jedinici. Vidljivo je što se događa s točkom ponovne nabave, s količinom nabave i razinom sigurnosne zalihe.

Zanimljivo je kako za ovu temu ne postoje samo teorijske knjige koje se koriste dugo godina, već se svakodnevno pišu novi članci, nova mišljenja, rasprave i savjeti za unapređenje. Također, danas svaka tvrtka ima svoj individualni način funkcioniranja koji je čini posebnom.

## LITERATURA

- [1] Ammer, C.: Ammer, D.S.: Dictionary of Business and Economics, The Free Press, London, 1984.
- [2] Krpan, L.J., Maršanić, R., Jedvaj, V.: Upravljanje zalihama materijalnih dobara i skladišno poslovanje u logističkoj industriji, Tehnički glasnik 8, 269-277, 2014.
- [3] Šafran, M.: Nastavni materijali kolegija „Upravljanje zalihama“, FPZ, Zagreb, 2017
- [4] URL: <https://www.scribd.com/document/239574925/Nastava-01-Zalihe> (srpanj 2017.)
- [5] Stanković, R., Velimirović, D.: Proizvodni i uslužni menadžment, Visoka poslovna škola strukovnih studija, Čačak, 2011.
- [6] Crnković, L., Mesarić, J., Martinović, J.: Organizacija i primjena računovodstva, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2006.
- [7] URL: <http://web.efzg.hr/dok/TRG/11.nastavna%20cjelina.pdf> (srpanj 2017.)
- [8] URL: <http://web.efzg.hr/dok/trg/bknezevic/mnab2012/mnab2012sem03kc.pdf> (srpanj 2017.)
- [9] URL: <http://index.investopedia.com> (srpanj 2017.)
- [10] URL: [www.vup.hr/\\_Data/Files/131118172846899.pptx](http://www.vup.hr/_Data/Files/131118172846899.pptx) (srpanj 2017.)
- [11] URL: <http://www.logiko.hr> (srpanj 2017.)
- [12] Badurina, G.: Modeli optimizacije zaliha u višerazrednom lancu opskrbe, Doktorska disertacija, Ekonomski fakultet, Sveučilište u Splitu, Zagreb 2012.
- [13] URL: <https://www.scribd.com/document/251437912/Upravljanje-zalihama-knjiga-pdf> (srpanj 2017.)
- [14] Lawrence, Pasternack: Applied Management Science: Modeling, Spreadsheet Analysis, and Communication for Decision Making, 2nd Edition, 2012.
- [15] Božić, D.: Nastavni materijali kolegija „Upravljanje zalihama“, FPZ, Zagreb 2017.
- [16] Jacobs, R.F.: Operations and Supply Chain Management, Indiana University, University of Southern California, 2013.

- [17] URL: <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2167438&seqNum=8> (srpanj 2017.)
- [18] Bloomberg, D., J., LeMay, S., Hanna, J., B., Logistics, Prentice Hall, 2002.
- [19] URL: <http://www.racunovodja.hr> (srpanj 2017.)
- [20] Schroeder, R. G.: Operations Management- Decision Making in the Operations Function, University of Minnesota, McGraw Hill Higher, 1993.



## POPIS SLIKA

<b>Slika 1.</b> Vrste zaliha .....	6
<b>Slika 2.</b> P-model - kretanje zaliha, [3] .....	20
<b>Slika 3.</b> Q-model - kretanje zaliha, [3].....	21
<b>Slika 4.</b> EOQ i troškovi, [16] .....	23
<b>Slika 5.</b> Kretanje zaliha tokom vremena, [14] .....	24

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1.</b> Podaci o prodaji proizvoda zadnjih 15 tjedana .....	27
<b>Tablica 2.</b> Zadane vrijednosti računskog primjera .....	28
<b>Tablica 3.</b> Izračun potrebnih vrijednosti.....	28
<b>Tablica 4.</b> Tablica standardne normalne distribucije.....	29
<b>Tablica 5.</b> Analiza postojeće politike nabave .....	29
<b>Tablica 6.</b> Točka ponovne nabave za zadanu razinu usluge na bazi ciklusa .....	30
<b>Tablica 7.</b> Troškovi za zadanu količinu zaliha .....	31
<b>Tablica 8.</b> Točka ponovne nabave za optimalnu količinu nabave.....	31
<b>Tablica 9.</b> Poznate vrijednosti .....	32
<b>Tablica 10.</b> Točka ponovne nabave za zadanu razinu usluge po jedinici.....	32

## **POPIS GRAFOVA**

<b>Graf 1.</b> Razina sigurnosne zalihe u ovisnosti razine usluge .....	30
---	----



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **Utjecaj sigurnosne zalihe na razinu usluge**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 4.9.2017

Student/ica:

Luka Brešan  
(potpis)